

одного боку, у взаємопов'язаному навчанні різновидам мовної діяльності читання і письмо посідають важливе місце. З іншого боку, навчання читання та письму, завдяки переносу навичок, справляє суттєвий вплив на обидва інші різновиди мовленнєвої діяльності – аудіювання та вимовляння, а також на формування комунікативної компетенції загалом. Слід звернути увагу на той факт, що недостатній розвиток писемно-мовленнєвих навичок і вмінь у курсі іноземної мови, навіть за інтенсивного навчання, призводить до помітного зниження якості усної мови.

Письмовий діалог характеризується, з одного боку, ознаками письмової мови (сприйняття тексту з екрана монітора являє собою, по суті, читання друкованого тексту), а з іншого боку, письмовий діалог людини з комп'ютером має виражені особливості усного діалогу (комбінування сприйняття і породження мови, негайний зворотній зв'язок у вигляді оперативної реакції на мовні вчинки кожного з комунікантів). Водночас, спілкуючись з машиною, учень може вести з нею діалог у посиленому для нього темпі, що важко втілити в усному діалозі без порушення природності спілкування, а також за необхідності зупинятися, розмірковувати, перепитувати, повторювати і повертатися, що в усному спілкуванні практично неможливо. В цьому полягає значний дидактичний ефект навчального писемно-мовленнєвого «людинно-машинного» спілкування.

## Список літератури

1. Компьютеры в обучении языку: проблемы и решения. Москва, Русский язык, 1990.
2. Машбиц Е.И. Диалог в обучающей системе. Киев, Выща школа, 1989.

Статья рассматривает методические аспекты диалогического общения с компьютером при обучении иностранным языкам.

The article considers methodical aspects of dialogue communication with computer in the process of teaching foreign languages.

Одержано 28.03.11

## УДК 621.74

**В. Н. Ломакин, доц., канд. техн. наук, В. В. Пукалов, доц., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет*

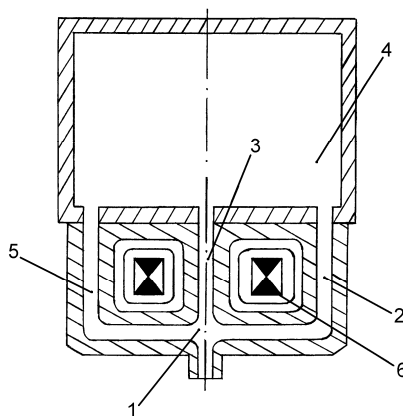
## Растворение феррохрома в потоке жидкого чугуна

В действующих литейных технологиях вопросам качественного приготовления легированных расплавов уделяется недостаточное внимание, а время растворения ферросплавов, используемых при легировании, не является критерием оптимизации производственных процессов литья, так как оно не известно. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что на разных предприятиях металлические расплавы легируют в различной степени и различными способами (печное, ковшовое легирование и др.). При этом время растворения и усвоения одних и тех же ферросплавов естественно различно. Использовать же для оптимизации технологии изготовления отливок кинетические параметры растворения ферросплавов из литературных источников не

совсем корректно, так как они соотносятся с конкретными условиями процесса легирования.

Процесс усвоения феррохрома при вводе в ванну с металлическим расплавом состоит из трех одновременно протекающих стадий: растворения, диффузии в пограничном слое и конвективного переноса растворенного вещества по объему ванны. В первом периоде растворения твердая корка чугуна намерзает на кусок феррохрома, а затем плавится. При этом вначале тугоплавкий ферросплав прогревается за счет теплоты, поступающей от жидкого чугуна путем конвекции и кристаллизации его на поверхности. Во второй половине периода теплота от железоуглеродистого расплава расходуется на прогрев куса феррохрома и плавление корки. Окончание первого периода определяется моментом времени полного оплавления корки. Во втором периоде кусок феррохрома, температура плавления которого много выше температуры плавления жидкого чугуна, растворяется без плавления. Атомы хрома, находящиеся на поверхности куса, отрываются от кристаллической решетки и переходят в расплав с образованием вблизи поверхности твердого тела раствора, насыщенного атомами растворяемого вещества. В это время возможно образование легкоплавких соединений.

Магнитодинамическая установка типа МДН–6Ф (рис. 1) позволяет легко интенсифицировать тепло- и массообменные процессы, происходящие между кусками ферросплава и жидким чугуном, за счет регулируемого индукционного нагрева и электромагнитного перемешивания последнего.



1 – активная зона; 2 – правый боковой канал; 3 – центральный канал;  
4 – ванна; 5 – левый боковой канал, 6 – индукторы

Рисунок 1 – Схема установки МДН–6Ф

Перемешивание жидкого металла организуется путем нагнетания расплава-растворителя по одному из каналов в ванну агрегата. Куски феррохрома в ванне МГД-установки в процессе такого перемешивания расплава двигаются хаотически и при разной температуре растворяются с различной скоростью. Поэтому экспериментально определить оптимальную температуру плавки и скорость подачи (или расход) металлического расплава в ванну агрегата, для получения минимального времени растворения феррохрома и максимальной производительности процесса очень сложно. Необходим достоверный расчет.

Анализ заимствованных экспериментальных данных показал, что при диффузионном режиме растворения тугоплавкого феррохрома эффективный коэффициент диффузии  $\Phi$  существенно зависит не только от температуры металла-растворителя, но в значительной степени и от массовой доли хрома в чугуне.

Таким образом, при фиксированной температуре легирования чугуна в ванне магнитодинамической установки коэффициент диффузии хрома будет величиной переменной, и зависимой от количества растворенного в чугуне хрома в большей степени, чем при растворении феррохрома в небольшом объеме растворителя.

Расчет времени растворения присадок феррохрома по известным формулам не может быть достоверным если при этом не учитывается такое значительное изменение

эффективного коэффициента диффузии в процессе легирования чугуна. Учитывая важность установления оптимальных параметров такого процесса и трудоемкость натурных экспериментов авторами данной работы проведена обработка известных экспериментальных данных [1, 2]. Для диффузионного режима растворения феррохрома приняли, что на эффективный коэффициент диффузии хрома оказывают влияние температура металла-растворителя ( $T_p$ , °C) и концентрация хрома в расплаве (Cr, %).

При обработке экспериментальных данных установили, что определить функциональную зависимость между указанными факторами достаточно сложно, так как их влияние на диффузию хрома может быть одинаковым и противоположным. Например, при сравнительно высоких температурах легирования 1420–1450 °C увеличение содержания хрома в расплаве-растворителе с 16% до 23% приводит к резкому увеличению эффективного коэффициента диффузии. В то же время при понижении температуры легирования с 1450 °C до 1350 °C такое увеличение массовой доли хрома в расплаве-растворителе никак не сказывается на процессе растворения [2].

С учетом сказанного интервал возможного изменения содержания хрома (0–30%) в жидком чугуне разделили на два:  $\leq 15\%$  и 16–30% Cr. Это позволило получить по выборочным экспериментальным данным приближенные зависимости в виде полиномов, которые, как показывают сравнительные расчеты, достаточно точно отражают влияние указанных факторов на диффузионный режим растворения феррохрома:

$$\Phi = 9.29 \cdot 10^{-10} T_p + 5.052 \cdot 10^{-9} Cr - 1.203 \cdot 10^{-6}, \text{ при } 0 < Cr \leq 15\%; \quad (1)$$

$$\Phi = -9.64 \cdot 10^{-8} + 1.942 \cdot 10^{-9} \cdot Cr^2, \text{ при } 16 \leq Cr \leq 30\%. \quad (2)$$

На рис. 2 показано изменение эффективного коэффициент диффузии при увеличении массовой доли растворенного в жидком чугуне хрома от нуля до 15% для некоторых фиксированных температур легирования расплава.

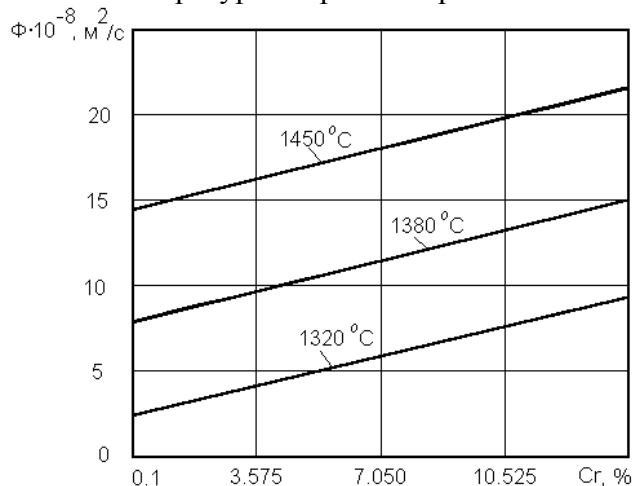


Рисунок 2 – Изменение эффективного коэффициента диффузии

На рис. 3 показана зависимость эффективного параметра растворения от содержания в расплаве хрома при получении высоколегированных хромом чугунов (16–30%) типа ИЧХ15Г4, ИЧХ15МЗ, ИЧХ16МТ ИЧХ28Н2 и др.

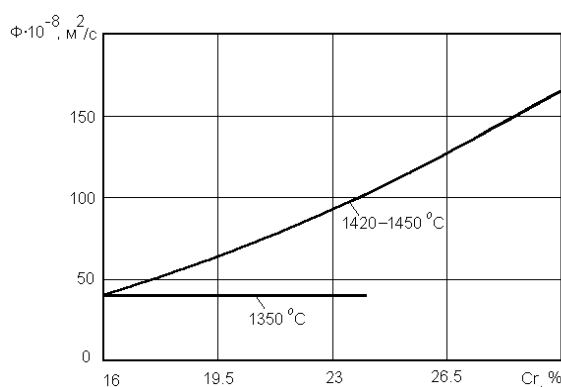


Рисунок 3 – Изменение эффективного коэффициента диффузии

На основе полученных зависимостей рассчитаны периоды растворения твердой шихты феррохрома в магнитодинамической установке. При этом сделаны допущения: а) температура расплава постоянна во времени и объеме ванны; б) твердая завалка находится на поверхности в состоянии покоя; в) нагрев и растворение твердой шихты происходит одновременно. Для расчета использовали формулу растворения пластины [3, 4].

Полученные расчетные данные были использованы при отработке технологии получения легированных хромом сплавов для мелющих тел, что позволило оптимизировать работу магнитодинамической установки и обеспечить ее высокую производительность.

### Список литературы

1. Билецкий А.К., Дубоделов В.И., Должиков А. А., Верховлюк А. М. Получение хромосодержащей лигатуры в магнитодинамической установке //Изв. Вузов. Черная металлургия. – 1985. – №3. – С.8-11.
2. Должиков А. А., Верховлюк А. М. Исследование процессов массопереноса при приготовлении жидких ферросплавов. – Сб. МГД в литейном производстве и металлургии. – К.: ИПЛ АН УССР. – 1984. – С. 48-49.
3. Левич В. Г. Физико-химическая гидродинамика. – М.: Физматгиз. – 1959. – 669 с.
4. Филиппов С. И., Арсентьев П. П., Яковлев В. В., Крашенников М. Г. Физико-химические методы исследования металлургических процессов. – М.: Металлургия. –1968. – 551 с.

Одержано 28.03.11